

**TUGAS SARJANA  
BIDANG KONVERSI ENERGI**

**“HASIL PENGUJIAN DAYA DAN TORSI PADA MESIN BENSIN  
MENGUNAKAN ALAT PENGHEMAT BBM DENGAN VARIABEL  
BAHAN BAKAR CAMPURAN BENSIN DAN ALKOHOL”**



Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

**BAGUS WIDYARTANTO  
L2E 604 194**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2010**

## **TUGAS SARJANA**

Diberikan kepada

Nama : Bagus Widyartanto  
NIM : L2E 604 194  
Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT.  
Dosen Pembimbing II : Gunawan DH, ST, MT.  
Judul : Hasil Pengujian Daya dan Torsi  
Mesin Bensin Menggunakan Alat  
Penghemat BBM Dengan Variabel Bahan  
Bakar Campuran Bensin dan Alkohol

Isi Tugas :

1. Melakukan survey pengaruh penggunaan Elektrolizer HHO pada mesin bensin.
2. Mempersiapkan mesin uji.
3. melakukan pengujian pada mesin uji.

Semarang, Januari 2010

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Arijanto, MT  
19530121198312100

Gunawan DH, ST, MT  
197011231998021001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “**HASIL PENGUJIAN DAYA DAN TORSI PADA MESIN BENSIN MENGGUNAKAN ALAT PENGHEMAT BBM DENGAN VARIABEL BAHAN BAKAR CAMPURAN BENSIN DAN ALKOHOL**” telah disetujui dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Arijanto, MT  
195301211983121001

Gunawan DH, ST, MT  
197011231998021001

Mengetahui,

A.n. Ketua Jurusan Teknik Mesin

Koordinator Tugas Akhir

Pembantu Dekan I

Dr. MSK Tony Suryo Utomo ST, MT  
197104211999031003

Ir. Bambang Pudjianto, MT  
195212051985031001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### *Motto*

*“ Hidup adalah perjuangan, maka berusahalah dan syukuri terhadap hasil akhir yang kita capai karena itu mungkin yang terbaik untuk kita ”.*

### *Persembahan*

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

- ***Ibunda Mujiharti***

*Terima kasih atas kasih sayang, doa dan dukungannya selama ini.*

- ***Alm. Ayahanda Wahyu Widodo***

*Maafkan anakmu ini yang belum bisa membuat bapak bangga sewaktu bapak masih hidup, hanya doa sekarang yang bisa anakmu ini panjatkan agar engkau bisa mendapat tempat yang layak disisi-Nya. Amien.....*

- ***Keluargaku tersayang***

*Terima kasih buat keluargaku dan cayangku yang hampir setiap hari selalu menelepon untuk memberikan semangat dan doanya.*

- ***Sahabat dan teman-temanku***

*Terima kasih untuk semua perkenalan, perbedaan dan kebersamaan yang mungkin tidak akan terlupakan.*

## ABSTRAK

Persediaan minyak bumi yang terus menipis mendorong manusia menjadi kreatif. Berbagai cara dilakukan untuk mengefisienkan kinerja mesin sehingga pemanfaatan minyak bumi menjadi efektif. Salah satunya adalah *Elektrolizer* HHO, dimana alat penghemat BBM ini termasuk dalam kategori yang belum lazim digunakan oleh masyarakat umum. Hal inilah yang mendorong adanya penelitian-penelitian penggunaan *Elektrolizer* HHO.

Dalam penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah gas HHO (gas Brown). Penelitian dilakukan dengan menguji penggunaan gas Brown pada mesin Daihatsu Classy 1295 cc digunakan untuk menentukan nilai performa bahan bakar, pengujian dilakukan pada putaran poros konstan 3500 rpm dengan variasi pembebanan hingga putaran poros mencapai 1500 rpm.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan alat penghemat BBM menaikkan performa mesin pada : Torsi maksimum 20.95%, Daya maksimum 5.99%, BSFC minimum 22.39%, efisiensi maksimum 21.71%.

Kata Kunci : Elektrolizer HHO, Performa mesin.

## ***ABSTRACT***

*Lack supply of crude oil makes human being creative. Many researches done to make more efficient engine. One of usage is Elektrolizer HHO, where this Fuel Saver Device is still not familiar for public. That gives a reason to do research about the Elektrolizer HHO.*

*This research is foused on HHO. The research was done by testing the usage of Brown gas to machine Daihatsu Classy 1295 cc used to determine engine performance, test perform on constant speed at 3500 rpm with various loading until speed reach 1500 rpm.*

*Result show that used Fuel Saver Device in crease to engine performance at : maximum torque 20.95%, maximum power 5.99%, minimum BSFC 22.39%, maximum efficiency 21.71%.*

*Key words: Elektrolizer HHO, engine performance.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “ *Hasil Pengujian Daya dan Torsi Pada Mesin Bensin Menggunakan Alat Penghemat BBM Dengan variabel Bahan Bakar Campuran Bensin dan Alkohol*”.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Arijanto, MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Gunawan DH, ST, MT. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan petunjuk yang bermanfaat.
3. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan bimbingannya dalam belajar.
4. Segenap staf TU Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu.
5. Mas Broto selaku laboran Lab.Thermo-Fluida yang banyak membantu penulis dalam melakukan pengujian.

Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya dan semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang.

Semarang, Mei 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TUGAS SARJANA .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Alasan Pemilihan Judul.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Lingkup Pembahasan .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II     DASAR TEORI</b>	
2.1. Motor Bensin.....	6
2.1.1. Siklus Otto.....	6
2.1.2. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah .....	8
2.2. Bahan Bakar .....	10
2.2.1. Premium .....	12
2.2.2. Alkohol.....	13
2.3. Penghemat Bahan Bakar <i>Electrolyser</i> HHO .....	14
2.3.1. Komponen Elektrolisis.....	16
2.3.2. Metode Penghemat Bahan Bakar .....	17
2.4. Proses Pembakaran .....	22



2.5.	Fenomena Pembakaran .....	25
2.5.1.	Pembakaran Normal.....	25
2.5.2.	Pembakaran Tidak Normal .....	26
2.6.	Parameter Prestasi Mesin .....	30
2.6.1.	Torsi dan Daya Pengereman .....	31
2.6.2.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	34
2.6.3.	Konsumsi Udara.....	34
2.6.4.	Perbandingan Udara – Bahan Bakar (AFR).....	34
2.6.5.	Efisiensi.....	35
 <b>BAB III PROSEDUR PENGUJIAN</b>		
3.1.	Diagram Alir Metodologi Pengujian.....	37
3.2.	Ilustrasi Alat - Alat Uji.....	39
3.2.1.	Mesin Uji .....	39
3.2.2.	Alat Pengukur RPM .....	40
3.2.3.	Gelas Ukur .....	41
3.2.4.	<i>Stopwatch</i> .....	41
3.2.5.	<i>Anemometer</i> .....	42
3.2.6.	<i>Dinamometer</i> .....	42
3.3.	Kalibrasi Alat Uji .....	44
3.4.	Prosedur Pengujian .....	45
3.4.1.	Persiapan Pengujian .....	45
3.5.	Variabel dan LangkahPengujian .....	46
3.6.	Variabel Pengujian .....	46
3.6.1.	LangkahPengujian.....	46
3.6.2.	Langkah Pengambilan Data .....	47
3.7.	Metode Perhitungan .....	48
3.7.1.	Perhitungan daya dan torsi.....	48
3.7.2.	Konsumsi Bahan Bakar.....	49
3.7.3.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	49
3.7.4.	Kecepatan Udara .....	50
3.7.4.1.	Anemometer.....	50

3.7.4.2. Konsumsi Udara.....	50
3.7.5. Perhitungan AFR.....	50
3.7.6. Effisiensi .....	51
<b>BAB IV ANALISA DATA</b>	
4.1. Data Pengujian Bahan Bakar bensin + Alkohol 20% .....	52
4.2.1. Perhitungan daya dan Torsi .....	53
4.2.2. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	53
4.2.3. Konsumsi Udara .....	54
4.2.4. Perbandingan Antara Udara dengan Bahan Bakar .....	55
4.2.5. Efisiensi .....	55
4.2. Data Pengujian Bahan Bakar bensin + Alkohol 20% Menggunakan Alat <i>Elektrolizer HHO</i> .....	56
4.3. Analisa .....	57
4.3.1. Prestasi Mesin .....	57
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan .....	64
5.2. Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram P - V Siklus Otto (Siklus Volume Konstan) .....	7
Gambar 2.2.	Langkah Hisap Pada Motor 4 Langkah.....	8
Gambar 2.3.	Langkah Kompresi Pada Motor 4 Langkah .....	9
Gambar 2.4.	Langkah Kerja Pada Motor 4 Langkah .....	9
Gambar 2.5.	Langkah Buang Pada Motor 4 Langkah.....	10
Gambar 2.6.	Struktur Kimiawi Ikatan Hidrokarbon Heptana Normal Dan Iso-oktana.....	13
Gambar 2.7.	Sistem <i>Elektrolisa</i> Secara Umum.....	15
Gambar 2.8.	Produk komponen metode magnetik yang beredar dipasaran.....	18
Gambar 2.9.	Skema kerja metode magnetic .....	19
Gambar 2.10.	Produk komponen metode heater yang beredar dipasaran.....	20
Gambar 2.11.	Metode gabungan antara heater dan magnetic .....	20
Gambar 2.12.	Macam-macam zat additive .....	21
Gambar 2.13.	Proses pembakaran normal dan pembakaran sendiri .....	26
Gambar 2.14.	Keadaan dalam ruang bakar sebelum dan sesudah detonasi.....	28
Gambar 2.15.	<i>Dinamometer Hidraulik</i> .....	31
Gambar 2.16.	Deskripsi Alat Mengukur Torsi .....	33
Gambar 3.1.	Tahapan Dalam Proses Pengujian.....	37
Gambar 3.2.	Alat Pengujian.....	39
Gambar 3.3.	Mesin uji Daihatsu Classy 1295 cc .....	40
Gambar 3.4.	Display gas analyzer Stargast 898 .....	41
Gambar 3.5.	Gelas Ukur .....	41
Gambar 3.6.	<i>Stopwatch</i> .....	42
Gambar 3.7.	<i>Hot Wire Anemometer</i> .....	42
Gambar 3.8.	<i>Dinamometer water brake</i> .....	43
Gambar 3.9.	<i>Load display</i> .....	44
Gambar 3.10.	Kalibrasi <i>Load Cell</i> dan <i>Load Display</i> .....	45
Gambar 3.11.	Deskripsi Alat Mengukur Torsi .....	48
Gambar 4.1.	Grafik Perbandingan Torsi Terhadap Putaran Mesin.....	57

Gambar 4.2.	Grafik Perbandingan Daya Terhadap Putaran Mesin.....	58
Gambar 4.3.	Grafik Laju Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin.....	59
Gambar 4.4.	Grafik Perbandingan AFR Terhadap Putaran Mesin .....	60
Gambar 4.5.	Grafik perbandingan <i>Break Spesific Fuel Consumption</i> Terhadap Putaran Mesin .....	61
Gambar 4.6.	Grafik Perbandingan Effisiensi Konversi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Alkohol .....	14
Tabel 2.2. Komposisi Udara .....	22
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Bahan Bakar bensin + Alkohol 20% .....	52
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Dengan Elektrolizer HHO.....	56

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
$T$	torsi	$N.m, kg.m$
$P$	daya	$kW, Hp$
$F$	gaya penyeimbang	$N$
$m$	beban	$kg$
$b$	jarak lengan torsi	$m$
$g$	gravitasi bumi	$m/s^2$
$N$	putaran mesin	$rpm$
$V$	volume bahan bakar yang dikonsumsi	$cm^3$
$m_{bb}$	laju aliran bahan bakar	$kg/jam$
$\rho_{premium}$	berat jenis premium	$g/cm^3$
$\rho_{spiritus}$	berat jenis spiritus	$g/cm^3$
$t$	waktu untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar	<i>detik</i>
$bsfc$	konsumsi bahan bakar spesifik	$kg/kW.jam$
$\eta_f$	<i>fuel conversion efficiency</i>	$\%$
$Q_{LHV}$	harga panas rendah bahan bakar	$kJ/kg$
$m_{udara}$	laju aliran udara	$kg/jam$
$\rho_{udara}$	massa jenis udara	$kg/m^3$
$A$	luas penampang	$m^2$
$v$	kecepatan	$m/s$
$AFR$	perbandingan massa udara dan massa bahan bakar	
$\lambda$	AFR relatif	